

災害情報共有システムにおける 平常時利用の検討

中野裕貴^{†1} 西岡大^{†1} 齊藤義仰^{†1} 村山優子^{†1}

本研究では、災害時に円滑に利用できる災害情報システムを構築するために、平常時も利用できる災害情報共有システムを検討する。災害時には、災害情報共有システムを利用することで、被災状況、支援情報や物資など情報を共有でき、支援者が円滑に行動可能となる。特に、災害情報共有システムとして、Sahana が海外で利用され、東日本大震災でも複数の自治体で利用された。しかし、Sahana の課題として、導入に時間が掛かることや利用に手間取ることが挙げられる。つまり、災害時に利用されるシステムは、平常時も利用していなければ、災害発生時に円滑に利用されない。本稿では Sahana の課題を明確にし、Sahana に組み込むべき災害時利用可能なシステムに関して検討する。

Towards the Ordinary Use of the Emergency Response system

YUKI NAKANO^{†1} DAI NISHIOKA^{†1}
YOSHIA SAITO^{†1} YUKO MURAYAMA^{†1}

We study the emergency response system which can be used daily, not only during emergencies. When disaster strikes, people can utilize the emergency response system by sharing information such as their current situation, SOS and manage the aid delivery. Currently, Sahana is an example of emergency response information system being used commonly during disaster, such as in The Great East Japan Earthquake on 2011. However, the use of Sahana system raised issues in terms of the time taken to implement and operate the system during emergency. Thus, we proposed the emergency response system that can be used daily so that people are already used to it when disaster happen. We tackle the issues of the existing emergency response system and examine the requirements to develop the emergency response system.

1. はじめに

災害が多発する昨今、災害発生時に円滑に運用が可能な災害情報共有システムの構築が必要とされている。災害時における円滑な運用とは、被災状況、支援情報や物資などの情報を支援者や被災者に、素早く正確に共有することが可能なことである。素早く正確に災害情報が共有されることで、被災地域への支援や復興を早めることができる。素早く正確に災害情報を共有する手段として、災害情報共有システムが利用される。災害情報共有システムでは、インターネット技術を利用し情報を収集するとともに、情報を自動でとりまとめ、わかりやすく提示する。災害情報システムを利用することで、素早く正確に災害情報を共有可能である。

災害情報共有システムは、日本および海外で広く利用されている。例えば、阪神淡路大震災の教訓から、防災システムとして、フェニックス防災システムが開発された。該当システムでは、雨量、河川水位や地震速報など様々な災害情報に対応した情報共有システムである。横浜市では、横浜市リアルタイム地震防災システムを開発し、災害対策本部の意思決定を支援している。近年では、東日本大震災で、安否確認システムや物資支援のためのシステムの導入する事例が散見された。海外では、レスキュー隊や行政の

意思決定手段として用いられる場面が多い。また、海外ではテロなどの人災の対応も、災害として捉えており、テロ対策も災害情報共有システムの一部として捉えている。このように、災害情報共有システムは、想定する災害を考慮し、それに即した対応を行っている。

災害情報共有システムとして、本研究では自然災害かつ一般人が利用するシステムを想定する。自然災害は、日本で非常に多発しており、自然災害の対応が急務となっている。特に、地震や津波などの被害が甚大かつ復興までに時間が掛かる場面が多い。そのため、本研究では、自然災害を想定環境とする。また、地震や津波のような自然災害の場合、支援の要請や物資の要求を必要とするのが一般人であるため、一般人の利用を想定した。

自然災害に対応し、かつオープンソースで利用可能な災害情報共有システムとして Sahana[1][2]が存在する。Sahana は、被災状況、支援情報や物資などの情報を集め、次の行動を行うための指針を決定するためのシステムである。Sahana はスマトラ島沖地震の際に開発され、東日本大震災でも一部自治体で利用された。Sahana を利用することで、災害情報共有システムを容易に利用することが可能である。

しかし、Sahana を含め、災害情報共有システムは、実環境での導入に時間が掛かり、利用に手間が掛かる。オープンソースで利用が簡単に可能な Sahana でさえ、導入や利用

^{†1} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科
Graduate School of Software and Information Science,
Iwate Prefectural University

に時間が掛かる。例えば、導入に時間が掛かった事例として、東日本大震災の Sahana の導入事例がある。導入に時間が掛かる理由は、普段利用しているシステムではないため一から導入を行ったことや、導入にともない諸々の課題が出たためである。東日本大震災での導入の課題として、日本語化やインタフェースの改良などが含まれる。前々から導入を行っていない場合、導入後に課題がでてしまうため利用までに時間が掛かる。また、Sahana の利用例では、タブレットしか利用できない環境であるために、android によるクライアントの開発を実施した。このように、その場の環境に合わせて、システムを見直す事例が散見された。利用に手間取る事例として、初めて使用するシステムなので、利用方法を一から覚えることに負担があることが挙げられる。普段から利用されていないシステムを一から覚えることは、緊急事態に素早く対応することは難しい。

災害情報共有システムを、災害時に円滑に利用するためには、日常的にシステムを利用する必要がある。災害に特化したシステムは、災害発生時に利用されないからである。これは、災害発生時と平常時の連続性といわれる[3]。緊急時に使用されるシステムは日常的に使用されているシステムである。東日本大震災が発生した際には、Twitter[4]や Facebook[5]などの SNS が情報共有システムとして主に利用された。

本研究では、日常的に使用される災害情報システムの構築を目指す。災害情報システムは、日常的に利用されていないければ、災害発生時に円滑な運用は難しい。日常的に利用してもらうために、本研究では日常的に利用されるシステムを Sahana に組み込むことで、Sahana を平常時も利用してもらう。日常時に利用され、かつ災害時も同様に利用可能なシステムを構築することを目指す。次章では、関連研究を述べ、既存の災害情報共有システムの課題と Sahana を紹介し、課題を明らかにする。3 章では、システムの検討を行う。そして、4 章で考察し、5 章でまとめる。

2. 関連研究

本章では、災害発生時の情報共有システムの課題に関して述べる。また、災害情報共有システムとしてオープンソースで広く利用されている Sahana の実働事例に関して述べる。

2.1 災害情報システムの課題

災害情報共有システムでは、災害発生時の状況をより詳細に確認する手段が重要となるが、日常的に利用されていないければ利用されない。災害時におけるインターネット放送として、Fredrik ら[6]は、緊急事態の情報把握の手段にインターネット放送を用いることを提案している。当該研究の緊急事態とは、災害発生時を指し、火事や事故を事例として挙げている。システムとしては、既存のスマートフォンで放送可能なインターネット放送と、スマートフォンか

ら取得した位置情報を Google Map で表示する Web サイトを用意する。緊急事態発生時には、消防士やレスキュー隊とオペレータが放送を通じて情報共有を行う。わかりやすい状況把握手段として、インターネット放送を用いている。しかし、利用者であるプロのレスキュー隊ですら、撮影機器の存在を忘れてしまうことが挙げられていた。すなわち、すぐに導入した機器は利用されない。本研究では、対象者を一般人としているため日常的な利用を行っていないと、緊急時には利用されない。災害の状況の効果的な可視化として、岩倉ら[7]は、地震の揺れの可視化を行っている。日本地図上に地震の揺れを 3D 表示するものである。また、村崎ら[8]は、災害情報の可視化と意思伝達を行うシステムを開発している。災害時の被害状況や救助の有無などが独自のユーザインタフェースから確認可能である。しかし、これらの災害に特化したシステムであると日常的に使用されないため、災害時に有効に活用されない。本研究では、日常的に利用可能な気象情報の共有システムを構築する。

日常的に利用されないシステムが災害発生時に利用されない理由として、対脅威反応硬直性が挙げられる。対脅威反応硬直性に関しては、「緊急事態のための情報システム」[9]で述べられている。対脅威反応硬直性とは、緊急事態において、すでに学習している事柄や習慣化された行動をとってしまうことである。対脅威反応硬直性によって、緊急事態への対応が遅れてしまい、組織としての機能が低下してしまう。対脅威反応硬直性を緩和する方法として、常になじみのある災害情報共有システムを利用することが挙げられている。つまり、常に利用しているシステムでは適切な行動がとれるためである。本研究でも、日常的に利用できる災害情報共有システムを構築することを目指す。

災害発生時に利用された情報共有システムとして SNS が挙げられる。現在の研究では、災害の状況を取得する手法として、災害発生時に SNS から情報を収集し、状況をつかむ研究が特に多い [10][11][12]。震災発生時には、Twitter や Facebook などの SNS が、コミュニケーション手段として利用された。特に Twitter の利用は、震災発生後に最大で 10 倍近くのツイートが記録した[13]。このように災害発生時には SNS が活用されることが知られているため、ツイートを分析して必要な情報を得る研究が多い。しかし、災害発生時に状況を把握するためのツイートが常に集まる保証がない。災害発生時には、警察署や消防署などの公的機関から公式の発表が行われることは少ないことが判明している[14]。公式発表を行うことが少ない理由として、緊急時にはそれ以外の重要な要件が重なるために利用しないことが挙げられていた。また、Web 上の掲示板の災害情報の内容に関する調査では、ジョークなどの情報が災害時でも興味を引くことがいわれている[15]。すなわち、災害の本質とは関係ない情報が集まってしまう。した

がって、SNS のみを情報共有システムとして利用することとは現実的ではない。

以上より、日常的に利用できるシステム、かつ災害発生時には災害情報共有システムとして利用できるシステム構築が必要である。

2.2 災害時救援情報共有システム Sahana

本節では、災害時救援情報共有システムである Sahana について述べる。Sahana は、被災地内での活動に必要なさまざまな機能が利用できる、オープンソースのシステムである。Sahana はスマトラ沖地震、四川大地震、ハイチ地震などで利用実績があり、災害支援に必要な被災状況、支援、避難所、物資、施設やボランティアなどの情報を共有することが可能である。

実環境での運用例として、吉野ら[16]は、東日本大震災における Sahana の運用と課題を述べている。運用実績例として、岩手県陸前高田市での運用と課題に関して記述している。ここでは、導入前と運用中の2つの場面での課題を挙げる。まず、導入時の課題として、日本語版への翻訳とシステムのデバック作業の必要があったことが挙げられる。上記の課題により、導入時期が大幅に遅れてしまった。東日本大震災の発生は2013年3月11日だが、導入時期は同年6月1日である。現在の Sahana では、日本語化が標準で行われており、システム自体も安定しているため、日本語翻訳やデバックによってシステムの設置が遅れることはない。また、導入時の課題として、すでに物資配布の一定の流れができていた状態で、その仕組みを変えるようなシステム導入は難しいことがいわれている。つまり、災害発生時にすぐ導入を行うか、すでに利用されているシステムでないと利用が難しいことがいえる。次に、導入後の課題として、高齢者に利用してもらえなかったことや食料を物資支援要請の対象外としたために利便性が落ちてしまったことが挙げられている。つまり、システムをある程度稼働させてシステムに慣れさせることが必要である。また、利用者からのフィードバックを得て、システムを改善しておく必要性もある。

Sahana の導入は多くの課題を残したが、利用する利点も多い。まず、24時間閲覧できることや生理用品などの口頭では伝えにくいことを要請できたことが利点として挙げられている。言い換えるなら、日常的に利用されていれば、災害時に災害情報共有システムとして Sahana が活躍可能である。

2.3 考察

日常的に利用可能な Sahana が開発できれば、災害情報共有システムとして円滑に運用できるものと考えられる。Sahana 自体は運用さえできれば、災害情報共有システムとして活躍することが可能である。また、利用を阻害する要因として、日常的に利用されていないために災害発生時に円滑に利用ができないことが挙げられた。すなわち、Sahana シス

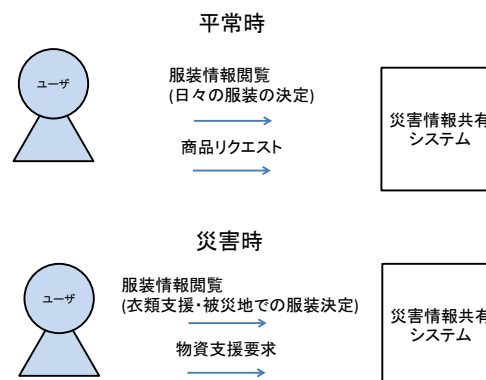


図 1 検討中のシステムモデルの例

Figure 1 Example of System Model.

テムを既存のシステムとマッシュアップすることで、日常的な利用が可能であると考えられる。マッシュアップするにあたり、Sahana の災害情報システムとして機能を壊さないように留意する。また、状況把握や物資支援の機能を重視する。これは、災害において重要な情報として挙げられることが多いためである。

3. 災害時利用可能なシステムの検討

本研究では、平常時利用を考慮した災害情報共有システムに関して検討する。検討中のシステムモデルの例を図 1 に示す。平常時利用を考慮した災害情報共有システムでは、平常時には日常的に必要な情報を共有する。本研究では、日常でも災害でも利用できる情報として、服装情報と商品情報を扱う。それぞれ、我々は服装情報提示システムと商店システムとして研究してきた。服装情報提示システムでは、地図上で気象情報を体感的にわかりやすく取得することが可能であり、被災地の状況を把握するのに適する。また、物資支援のための服装を判断することが可能である。商店システムでは、商品リクエスト受け付けることで災害時には物資支援の要望を受け付けることが可能である。2つのシステムを、Sahana に組み込むことで日常的な利用と災害時での利用を両立させる。以下より、服装情報提示システムと商店システムの概要と、Sahana への組み込みに関して検討する。

3.1 服装情報提示システム

現在行っている、気象情報から服装情報を算出する研究[17]の概要と、災害情報共有システムへの応用に関して述べる。

3.1.1 概要

気象を知することは今後の行動を決定する上で重要な情報となる。気象情報の重要性は、日常の生活や業務を行う上で与える影響が大きいためである。日常の生活において、外出前には気象情報を確認し、傘の必要性や服装の決定などを行っている。日常の業務において、農業では気象によって品目の決定、日々の業務から収穫時期まで変化し、個

人営業の店は、気象によって品出しや天候対策などの営業準備をしなければならない。

特に気象情報が重要となるのは災害時である。災害時の気象情報の役割は、災害発生前、災害発生時、災害発生後の3つに分けられる。災害発生前では、気象情報は災害の予兆を検知する役割を持つ。例えば、大雨や大雪といった激しい気象によってもたらされる災害では、気象情報によって雨の降り始めや雪の降り始めが通知される。気象情報によって事前の準備や心構えができる。災害発生時では、気象情報として災害情報が通知される。すなわち、地震の発生通知や台風の発生通知などである。災害発生後では、気象情報は被災地域の住民や被災地支援者の重要な情報となる。被災地域では、災害発生後に屋外活動ですべきことが多く、屋外活動の行動決定のため気象情報は重要である。

気象情報は災害時に重要であるが、日常的に使用される気象情報システムの構築が必要である。なぜなら、災害に特化したシステムは、災害発生時に利用されないからである。東日本大震災が発生した際には、Twitter や Facebook などの SNS が情報共有システムとして利用された。

平常時により利用されるシステムとするために、身近なもので気象情報をよりわかりやすく提示するシステムが必要となる。気象情報は、天気図、気温、降水量や湿度などの数値データとしてメディアから提供される。しかし、気象情報がわかりやすく提示できているとは言い難い。

よりわかりやすい気象情報の提示として、服装情報に着目した。服装情報は、体感的な気温を理解するのに役立つ。体感的な気温を理解することは、平常時には見知らぬ土地へ向かう旅行者の服装の決定や、気温によるその日の行動決定指針となる。また、災害時には、被災地域へ向かう支援者の服装決定や、外の状況に依存するボランティア活動などの行動決定指針になる。さらに、災害発生後の支援物資として服装を配送する際に、どのような服装を送ればいいのか、ということの決定指針になる。以上より、服装情報が身近に利用できる気象情報であり、かつ、災害発生時にも利便性が高い。

当該研究の服装情報提示システムは災害時に対応できるシステムとして開発していた。災害発生時には気象情報が重要となるが、日常的に利用できる災害システムの構築が必要だった。当該研究では、服装情報提示システムの課題を明らかにし、平常時の服装情報提示手法に関して扱ったものである。本研究では、実際に災害情報共有システムに組み込む場合にどのような形になるのかを検討する。

3.1.2 災害情報共有システムへの応用

服装情報は、平常時は旅行者のための服装情報を提示し、災害時には支援者の支援のための服装情報提示が可能である。旅行者のための服装情報は、旅行者が現地に行く場合に、現地の服装の状況を確認するための情報である。服装情報を知ることによって、最低限必要な服装が判明し、旅行に持

っていく服装を最適なものにすることができる。災害時の支援者のための服装情報は、支援者が現地の服装を知ることによってどのような服装で行けばいいのかわかること、服装から気温が判明しどのような行動ができるか計画を立てられることである。また、必要となる服装情報が判明することで、どのような服装を物資支援として送ればいいのかを知ることができる。

Sahana に実装する場合、地図上に気象情報とともに服装情報を提示する。平常時は、地図上から気象情報とともに服装情報を日常的に閲覧する。日常的に閲覧することで、災害発生時にも地図インタフェースを用いた情報の閲覧を円滑に行うことが可能となる。地図インタフェースは、災害発生時にどの位置でどのようなことが発生しているか俯瞰することに優れることから、災害情報共有システムでは広く利用されている[18]。地図インタフェースを用いた、服装情報の提示によって、災害発生時の現地の状況、物資支援などの行動支援が円滑に行うことが可能である。

3.2 商店システム

現在行っている、被災地で展開している商店研究[19][20]の概要と災害情報共有システムへの応用に関して述べる。

3.2.1 概要

東日本大震災の被災地では、買い物を自由に行えないことが課題として挙げられている。東日本大震災は、2011年3月11日に発生し、多くの被災者をだした。被災者は、仮設住宅や復興公営住宅での生活を余儀なくされている。さらに、被災者は施設周辺の施設も津波によって流されてしまったため、買い物をするために遠出しなければならない。また、自家用車が流されてしまったことや公共施設が破壊されてしまったために移動手段が乏しい。加えて、高齢者の割合が仮設住宅では多い。このため、だれでもすぐに買い物が行えることが必要とされている。

買い物を自由に行えない課題を解決するため、プリペイド型簡易商店システムを宮古市赤前仮設住宅に設置、および運用した。プリペイド型簡易商店システムは岩手県立大学村山研究室で運用していたシステムを利用した。プリペイド型簡易商店システムは、路上無人販売露店をモデルとして、セルフサービスで24時間利用可能である。プリペイド型簡易商店は、元々岩手県立大学周辺に買い物施設がないことから設置された。また、課題や研究の深夜まで残る学生のためのシステムであった。プリペイド型簡易商店は、そのような設置目的のため、24時間、学生証に記載のバーコードがあれば利用できるシステムである。24時間、店員不在で利用できる利点を生かし、被災地での運用を行った。現在も赤前仮設住宅では継続して運用中である。

現在は、岩手県釜石市唐丹町花露辺地区の復興公営住宅にもシステムを導入し、今後も随時システムの設置を行う予定である。

3.2.2 災害情報共有システムへの応用

商店システムは、平常時は通常の商店として機能し、災害時には物資支援のためのシステムとして運用可能とする。現在の商店システムは、被災地支援のための商店システムとしての稼働している。今後は、被災地支援のみでなく、様々な施設への設置も検討している。被災地支援のみでない商店システムの導入は、商店システムを最初に稼働させた大学内での利用の利点として挙げられる。大学内での利用の利点とは、コンビニやスーパー等の小売店が少なく容易に買い物に行くことが難しいため手軽に買い物できるとや課題や研究等で深夜まで講座内に残る学生のために近くで買い物が行えることである、すなわち、周辺に買い物をする場所がない施設に簡単に設置することが可能であることが利点となる。今後は、そのような施設に対して商店システムを展開することで日常的に利用してもらうことが可能となる。

Sahana に実装する場合、商店システムとは別に物資のリクエストのための機能を実装する。商店システム自体はすでに稼働済みであり、商店システム自体を大きく変更することは、利用者への負担が大きい。商店システムとは別に Sahana の物資支援の機能を改良し、商店の商品リクエスト機能として実装を行う。商品のリクエストは、被災地の住人の需要が高い。被災地の住人の需要が高いことは、すでに被災地の子供に向けたコミュニケーションシステム[21]の調査結果から判明している。子供に向けたコミュニケーションシステムでは、子供向けにも関わらず、親からの商品リクエストが多く行われた。商品リクエストを日常的な利用方法とし、災害発生時には物資支援のためのシステムとする。被災地された住人は、必要となる物資をシステムから送信することで、物資のリクエストを行うことが可能となる。

4. 考察

本研究の今後の予定や課題について述べる。

まず、Sahana への実装が挙げられる。Sahana は非常に多機能な災害情報共有システムである。Sahana をインストールして使用してみた結果、多機能であるためにそれぞれの機能を使うには慣れが必要だと感じた。そのため、ある程度機能を絞り、限定した使い方をしたほうがいい。本稿で検討した、服装情報提示システムを気象情報とともに地図上に表示する機能、および物資支援を商品リクエストに特化した機能の2点を実装する予定である。

次に、改良した Sahana を実環境で運用実験する。災害情報共有システムでは、利用者に合わせてシステムを改良する必要があること判明している。一旦、実環境で運用していくことで、改善点がはっきりする。平常時利用時に利便性を上げていくことが重要だと考える。また、平常時の利用で利用面が改善されれば、災害が発生した時に利用す

るときにも利便性が上がる。特に、災害発生時は、システムを導入した時に、改善点が多く発見される。したがって、平常時利用の時点で、ある程度の改善点が見いだせれば、災害発生時に利用した際の改善点が減るものと考えられる。

本稿で検討した機能以外に、平常時と災害時で利用できる情報があるか検討する。本稿では、服装情報提示システムと物資支援に関してのみ実装の対象とした。しかし、災害時の状況把握や支援には、様々な種類が存在する。具体的には、災害の発生場所やボランティアの派遣などが挙げられる。それらを日常時にも利用できる情報に落とし込んで、システムの組み込むことでさらに利便性が上がる。現状は、災害情報共有システムの利便性が低下する恐れがあるため、2つのみの機能に絞っているが、今後増やしていくことも検討する。

最後に、災害発生を想定した実験を行う必要がある。平常時の利用で利便性があっても、災害発生時に有効には働かなければ意味がない。システムを平常時に利用してもらうとともに、災害発生を想定して実験を行い、円滑な運用が行えるか評価する予定である。

5. おわりに

本研究では Sahana を平常時も利用できるようにするために、日常的に利用されるシステムと Sahana とを組み合わせたシステムを検討した。Sahana に服装情報提示システムと商店システムとを組み込むことで、日常的に利用可能、かつ災害時にも利用可能なシステムが構築できるのではないかと考える。今後は、Sahana に実装を行うとともに、本稿の検討事項以外の日常的に利用可能なシステムが Sahana に組み込めるかどうかを検討する。実装後は、災害発生を想定した実験を行うことで一般人でも円滑な運用が可能かどうか調査を行う。

参考文献

- 1) Sahana, <http://sahanafoundation.org/> (最終アクセス日: 2014 年 9 月 16 日).
- 2) Careem, M., De Silva, C., De Silva, R., Raschid, L. and Weerawarana, S.: Sahana: Overview of a Disaster Management System, Information and Automation 2006, ICIA 2006, pp. 361-366 (2006)
- 3) 災害対応直後から利用できる情報システムの構築を目指して, <http://www.er-software.net/article/pdf/Review201109.pdf> (最終アクセス日: 2014 年 9 月 16 日).
- 4) Twitter, <http://twitter.com/> (最終アクセス日: 2014 年 10 月 22 日).
- 5) Facebook, <https://www.facebook.com/> (最終アクセス日: 2014 年 10 月 17 日).
- 6) Fredrik Bergstrand and Jonas Landgren: Visual reporting in time-critical work: exploring video use in emergency response, MobileHCI '11 Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, pp. 415-424 (2011)
- 7) 岩倉寛幸, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 地震による揺れの効果的可視化方法, 電子情報通信学会, 327(2007).

- 8) 村崎大輔, 藁科光徳, 小池英之, 荒川淳平, 上田真史, 竹内郁雄: 災害情報可視化システムの開発、日本地震工学会論文集, 9(2), pp.88-101(2009).
- 9) 村山優子: 緊急事態のための情報システムー多様な危機発生事例から探る課題と展望ー, 近代科学社(2014)
- 10) Liza Potts, Joyce Seitzinger, Dave Jones and Angela Harrison: Tweeting disaster: hashtag constructions and collisions, Proceedings of the 29th ACM international conference on Design of communication, pp.235-240 (2011)
- 11) Vieweg, Sarah, Hughes, Amanda L., Starbird, Kate and Palen, Leysia: Microblogging During Two Natural Hazards Events: What Twitter May Contribute to Situational Awareness, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1079--1088 (2010)
- 12) Cameron, Mark A., Power, Robert, Robinson, Bella and Yin, Jie: Emergency Situation Awareness from Twitter for Crisis Management, Proceedings of the 21st International Conference Companion on World Wide Web, pp. 695--698 (2012)
- 13) 震災時における Twitter の利用状況について, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/html/nc143c00.html> (最終アクセス日: 2014 年 5 月 12 日).
- 14) Hughes, Amanda L., St. Denis, Lise A. A., Palen, Leysia and Anderson, Kenneth M.: Online public communications by police & fire services during the 2012 Hurricane Sandy, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '14, pp. 1505--1514 (2014)
- 15) Leavitt, Alex and Clark, Joshua A. : Upvoting hurricane Sandy: event-based news production processes on a social news site
- 16) 吉野太郎, fuga : 東日本大震災における災害時救援情報共有システム Sahana(サハナ)の運用と評価
- 17) 中野裕貴, 齊藤義仰, 西岡大, 村山優子: 緊急時対応も考慮した気象情報を用いた服装情報提示システムの検討, 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT) ,2014-SPT-11(6), pp.1-6(2014)
- 18) 桑田喜隆, 神成, 淳司, 大谷尚通, 井上潮: 地理情報に基づく防災情報のリアルタイム共有システム
- 19) 寺澤拓也, 齊藤信人, 西岡大, 山口 政義, 村山優子: 仮設住宅および復興公営住宅における買い物支援のためのプリペイド型簡易商店システムの運用と評価, 情報処理学会論文誌 43(11), pp.3419-3428 (2002)
- 20) Yuko, Murayama: Issues in Disaster Communications, 情報処理学会論文誌 55(8), (2014)
- 21) 遠藤宗弘: 仮設住宅における利用者同士の存在を認識させる戸口通信システムの実装, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文(2014)